

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-054161

(43)Date of publication of application : 20.02.2002

(51)Int.Cl.

E02D 29/02

(21)Application number : 2000-238507

(71)Applicant : MAKIMINATO HYUUMUKAN  
KOGYOSHOKU:KK

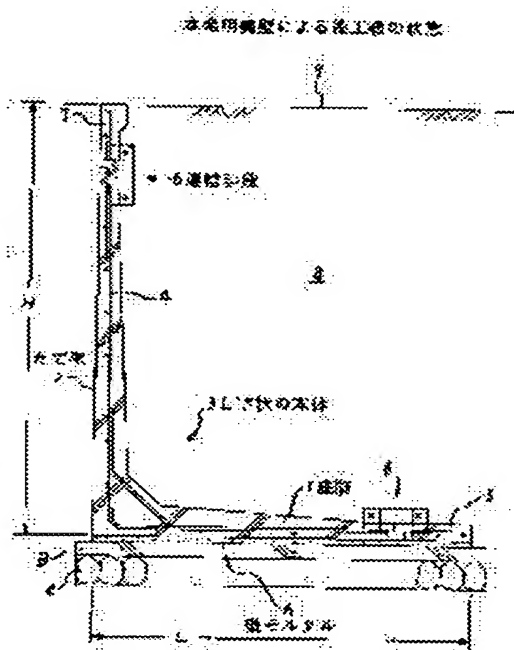
(22)Date of filing : 07.08.2000

(72)Inventor : HIGA YASUNORI

**(54) METHOD FOR CONSTRUCTION AND EXECUTION OF CONCRETE RETAINING WALL BY MEANS OF PRECAST CONCRETE MEMBER****(57)Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To enable the realization of a reduction in cost by allowing the standardized product of a precast concrete retaining wall to be mass-produced in a factory in advance and permit the term of work to be shortened by bringing efficiency to site construction in relation to a method for construction and execution of an earth retaining wall for a sloping ground.

**SOLUTION:** The main body 3 of the precast concrete retaining wall having a base 1 and a vertical wall 2 is produced in the factory in advance. Not only a base extending panel 5 added to the end of the base 1 of the main body 3 but also a vertical-wall extending panel 7 added to the upper end of the vertical wall 2 is produced for preparation as a precast concrete member in the factory. Either of the extending panels 5 and 7 is selected according to the circumstance of each job site and added for use to each of the ends of the main body 3 by a coupling means.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-54161

(P2000-54161A)

(43) 公開日 平成12年2月22日 (2000.2.22)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マコ-ト* (参考)
C 2 3 C 28/00		C 2 3 C 28/00	A 4 K 0 2 7
2/06		2/06	4 K 0 4 4
2/28		2/28	
C 2 5 D 11/34	3 0 3	C 2 5 D 11/34	3 0 3

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平10-220439

(22) 出願日 平成10年8月4日 (1998.8.4)

(71) 出願人 000002118

住友金属工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

(72) 発明者 堀 雅彦

大阪市中央区北浜4丁目5番33号 住友金属工業株式会社内

(72) 発明者 土岐 保

大阪市中央区北浜4丁目5番33号 住友金属工業株式会社内

(74) 代理人 100081352

弁理士 広瀬 章一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 成形性に優れた合金化溶融亜鉛めっき鋼板およびその製造方法

## (57) 【要約】

【課題】 低コストで効率的に製造できる、成形性に優れた合金化溶融亜鉛めっき鋼板およびその製造方法を提供する。

【解決手段】 Fe: 7~15重量%含有し、表面の平均結晶粒径が5 $\mu$ m以下である合金化溶融亜鉛めっき層の上に、Zn量が100~1000mg/m<sup>2</sup>である酸化亜鉛と、Fe、Co、Niの内の1種または2種以上を合計で10~1000mg/m<sup>2</sup>とを含有する表面皮膜を有する合金化溶融亜鉛めっき鋼板。この鋼板は、有効Al濃度が0.080~0.20重量%の溶融亜鉛めっき浴を用いてめっきし、めっき付着量調整後、20~70℃/秒の加熱速度で490℃~550℃に加熱して合金化処理し、その上にFe、Co、Niの内の1種以上と酸化亜鉛とを含有する表面皮膜を備えさせることで製造できる。

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 Fe を 7～15 重量%含有し、表面の平均結晶粒径が  $5\mu\text{m}$  以下である合金化溶融亜鉛めっき層の上に、Zn 量が  $100\sim 1000\text{mg}/\text{m}^2$  である酸化亜鉛と、Fe、Co、Ni の内の 1 種または 2 種以上を合計で  $10\sim 1000\text{mg}/\text{m}^2$  とを含有する表面皮膜を有することを特徴とする成形性に優れた合金化溶融亜鉛めっき鋼板。

【請求項 2】 母材鋼板に有効 Al 濃度が 0.080～0.20 重量%である溶融亜鉛めっき浴を用いてめっきし、めっき付着量を調整し、 $20\sim 70^\circ\text{C}/\text{秒}$  の加熱速度で  $490^\circ\text{C}\sim 550^\circ\text{C}$  に加熱して合金化処理した後、陽極酸化および/または酸化性雰囲気ガス中での保持により Zn 量が  $100\sim 1000\text{mg}/\text{m}^2$  である酸化亜鉛をめっき層表面に備えさせる処理と、Fe、Co、Ni の内の 1 種または 2 種以上の金属イオンを含有する溶液を用いて該金属元素を合計で  $10\sim 1000\text{mg}/\text{m}^2$  付着させる処理とを施すことを特徴とする請求項 1 に記載の成形性に優れた合金化溶融亜鉛めっき鋼板の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、自動車車体部品等のプレス加工が施される用途に好適な、加工時の耐めっき剥離性の良好な合金化溶融亜鉛めっき鋼板およびその製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、家電、建材、及び自動車の産業分野においては溶融亜鉛めっき鋼板が大量に使用されているが、とりわけ経済性、防錆機能、塗装後の性能が優れている合金化溶融亜鉛めっき鋼板が広く用いられている。合金化溶融亜鉛めっき鋼板は、溶融亜鉛めっき鋼板を合金化処理温度に加熱し、Znめっき層を Fe-Zn 合金化して製造される。めっき層は Fe-Zn 金属間化合物よりなり、その平均の Fe 含有量は通常 8～12 重量%である。

【0003】合金化溶融亜鉛めっき鋼板のプレス成形性（以下、単に「成形性」とも記す）は、めっき層を有さない鋼板に比較して劣るとされている。それは表面のめっき層が成形時の鋼板の変形を妨げるのが原因とされている。また、プレス加工時に、パウダリング（めっき層が粉末状に剥離する不良現象）やフレーキング（プレス加工に際してめっき層が薄片状になって剥離する不良現象）が発生するとめっき表面での摺動性が悪くなり鋼板のダイス孔への流入抵抗が増すことも成形性が損なわれる原因となる。

【0004】特開平 4-202786 号公報および特開平 4-202787 号公報には、亜鉛系めっき鋼板、特に合金化溶融亜鉛めっき鋼板の上に複数の Fe 系合金電気めっき層を設け、表面の物性を変化させることによっ

て、成形時に生じ易いめっき層の亀裂発生を防止し、電着塗装性と成形性を向上させる技術が開示されている。しかしながらここに開示されている技術では、溶融めっき層の上に多層の電気めっき層を設ける必要があるために製造コストが高くなり生産性も阻害されるという問題があった。

【0005】特開平 8-158066 号公報には、めっき層の上に Fe-Ni-O 系の酸化物皮膜を表面に有する、プレス成形性、溶接性、接着性および化成処理性に優れた亜鉛系めっき鋼板が開示されている。この方法は上記の金属元素を  $10\sim 1500\text{mg}/\text{m}^2$  と酸素を 0.5～30%含有する酸化物で構成される皮膜をめっき層表面に備えるものである。しかしながらここに開示されている鋼板においても成形性の改善効果は十分ではない。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】合金化溶融亜鉛めっき鋼板の成形性を冷間圧延鋼板並に改善するにはめっき層の表面に厚い金属めっきを施すのが有効である。本発明者らの研究によれば、金属めっき皮膜の付着量が  $2000\text{mg}/\text{m}^2$  以上であれば冷間圧延鋼板にほぼ近いレベルまで成形性を向上させることができる。金属めっき皮膜の付着量が  $2000\text{mg}/\text{m}^2$  よりも少なくなると成形性改善効果が少なくなり、 $100\text{mg}/\text{m}^2$  未満では殆ど効果がなくなり、金属めっき皮膜を備えない合金化溶融亜鉛めっき鋼板と同等レベルにまで低下することが判明した。しかしながら  $2000\text{mg}/\text{m}^2$  以上の厚い金属めっきを生産性良くしかも経済的に施すのは容易ではない。

【0007】本発明の目的は、上記の問題点を解決し、低コストで効率的に製造できる、成形性に優れた合金化溶融亜鉛めっき鋼板およびその製造方法を提供することにある。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、合金化溶融亜鉛めっき鋼板の成形性を母材鋼板（例えば、焼鈍済みの冷間圧延鋼板や熱間圧延鋼板など）並に改善するには、プレス成形する際のめっき層表面での金型との摺動性が大きく影響していることに着目し、めっき層表面の摺動性を改善する方法について鋭意研究を重ねた結果、以下のような知見を得た。

【0009】a. 合金化溶融亜鉛めっきの表面形状は、めっき層表面の Fe-Zn 結晶粒の平均結晶粒径を  $5\mu\text{m}$  以下とすることで摺動性が改善される。めっき層表面の結晶粒が微細になることでめっき層表面が滑らかになり、プレス加工される際のめっき層表面と金型との接触が緊密になるなどの作用により、プレス時に使用される潤滑油などによる潤滑効果が改善されるためと推測される。

【0010】b. めっき層の摺動性を向上させるために

はその表面を潤滑油の保持性が優れる表面状態にするのがよい。合金化溶融亜鉛めっき層表面においては、酸化亜鉛をめっき層表面に備えるものが好適である。酸化亜鉛は親油性を有しており、プレス時に鋼板と金型との界面に潤滑油を保持する作用があるものと考えられる。合金化溶融亜鉛めっき層表面には、合金化処理時の高温加熱に伴い、一般的に、付着量がZn含有量として20～60mg/m<sup>2</sup>の酸化皮膜が自然発生的に存在している。しかしながら摺動性を向上させるには上記付着量では不足であり、さらに多くの酸化亜鉛を備えているものがよい。

【0011】c. めっき層が金型に対して相対的に軟質である場合には両者間での摺動抵抗が大きくなり、めっき層のフレーキングが発生しやすくなるとともに成形性が損なわれる。

【0012】前述の酸化亜鉛に加えて、めっき層表面に硬質な金属を備えたものはめっき層の摺動性が更に良好である。この金属の付着量は比較的少量でよく、金属と酸化亜鉛が最表面に共存（混在）した状態のものがよい。金属としては、作業の容易さからFe、Co、Niの内の1種または2種以上が好適である。

【0013】d. 金属イオンを含有した溶液による電気めっき法、置換めっき法などの方法によりめっき層を処理すると、金属元素は、電気伝導度が小さく、また、金属イオン溶解のしにくい酸化皮膜上には析出せず、酸化亜鉛皮膜の欠陥部分（酸化皮膜に生じるピンホールや酸化皮膜の薄い部分等）に析出する傾向を有する。このため、上記の方法により処理すれば、金属と酸化亜鉛が共存（混在）した皮膜を備えさせることができる。これにより、適度の摺動性とプレス成形性とを兼ね備えためっき鋼板を得ることができる。

【0014】本発明はこれらの新たに得られた知見を基にして完成されたものであり、その要旨は下記の（1）に記載の合金化溶融亜鉛めっき鋼板、または、（2）に記載のその製造方法にある。

【0015】（1）Feを7～15重量%含有し、表面の平均結晶粒径が5μm以下である合金化溶融亜鉛めっき層の上に、Zn量が100～1000mg/m<sup>2</sup>である酸化亜鉛と、Fe、Co、Niの内の1種または2種以上を合計で10～1000mg/m<sup>2</sup>とを含有する表面皮膜を有することを特徴とする成形性に優れた合金化溶融亜鉛めっき鋼板。

【0016】（2）母材鋼板に有効Al濃度が0.080～0.20重量%である溶融亜鉛めっき浴を用いてめっきし、めっき付着量を調整し、20～70℃/秒の加熱速度で490℃～550℃に加熱して合金化処理した後、陽極酸化および/または酸化性雰囲気ガス中での保持によりZn量が100～1000mg/m<sup>2</sup>である酸化亜鉛をめっき層表面に備えさせる処理と、Fe、Co、Niの内の1種または2種以上の金属イオンを含有

する溶液を用いて該金属元素を合計で10～1000mg/m<sup>2</sup>付着させる処理とを施すことを特徴とする上記（1）に記載の合金化溶融亜鉛めっき鋼板の製造方法。

【0017】

【発明の実施の形態】本発明の実施に際し、その形態や条件の範囲およびそれを設定した理由について以下に述べる。

【0018】溶融めっきの母材は、冷延鋼板が好ましいが、表面の酸化皮膜を除去した熱延鋼板でも構わない。製造設備は一般に使用されるものであり、アルカリ溶液などによる脱脂を行った後、還元焼鈍し、溶融めっきした後、合金化処理を施して合金化溶融亜鉛めっき鋼板を製造する。

【0019】めっき層の化学組成は、Feを7～15重量%含有し、残部は実質的にZnよりなる。めっき層中のFe含有量が15重量%を超えると、パウダリング性が著しく劣化するので良くない。好ましくは13重量%以下である。Fe含有量が7重量%未満では表層にFe-Znが残存することが多くなり、以降の塗装性、溶接性が不良となり良くない。

【0020】合金化溶融亜鉛めっき層の表層部のFe-Zn合金層の平均結晶粒径が5μmを超えるとめっき層と金型との間の摩擦抵抗が増し、めっき層表面に後述の酸化亜鉛皮膜を備えさせても耐フレーキング性に対する改善効果が発揮されない。このため表面の平均結晶粒径は5μm以下とする。平均結晶粒径は小さいほど好ましい。通常的手段でも平均結晶粒径を0.5μm程度にまで小さくすることは可能である。

【0021】本発明におけるめっき層表層部の平均結晶粒径は、表層のFe-Zn合金が搬送用のロールへの接触などにより機械的に押しつぶされていない部分を走査型電子顕微鏡で1000倍以上の倍率で観察し、画像処理してそれぞれの結晶粒径を面積が等価な円として換算した場合に直径と仮定して算出した平均値である。

【0022】上述の合金化溶融亜鉛めっき層の上には、Zn量が100～1000mg/m<sup>2</sup>である酸化亜鉛と、Fe、Co、Niの内の1種または2種以上を合計で10～1000mg/m<sup>2</sup>とを含有する皮膜を備える。

【0023】酸化亜鉛には、潤滑油との親和性が高く、単位面積当たりの油付着量を増し摺動面での油膜切れを生じ難くする作用がある。表面酸化のZn量が100mg/m<sup>2</sup>に満たない場合には上記の作用が不十分であり、めっき鋼板の成形性が改善されない。このため、酸化亜鉛の付着量はZn量で100mg/m<sup>2</sup>以上とする。好ましくは200mg/m<sup>2</sup>以上である。

【0024】酸化亜鉛の付着量がZnで1000mg/m<sup>2</sup>を超えると摺動性を改善する効果が飽和する。また、経済的な手段では1000mg/m<sup>2</sup>を超えるような大量の酸化物を表面に備えさせることは困難であるの

で、酸化亜鉛はZn量で1000mg/m<sup>2</sup>以下とする。好ましくは500mg/m<sup>2</sup>以下である。

【0025】酸化亜鉛と混在させる金属の種類をFe、Co、Niの内の1種または2種以上に限定するのは、これらの金属が摺動性を改善する効果に優れることと、酸化皮膜上に付着させるのが容易な金属であるからである。これらの金属の付着量が(2種以上である場合にはその合計で)10mg/m<sup>2</sup>に満たない場合には、金型との金属接触が生じた際の摺動性を改善することができない。好ましくは200mg/m<sup>2</sup>以上とするのがよい。

【0026】これらの金属の付着量が1000mg/m<sup>2</sup>を超えると、金属が酸化亜鉛を覆い尽くし、表面に共存する酸化亜鉛が少なくなり、保油性が不足して成形性の改善が不十分となる。これを避けるために金属の付着量は1000mg/m<sup>2</sup>以下とする。好ましくは700mg/m<sup>2</sup>以下である。

【0027】酸化亜鉛中のZn含有量は、測定用試料を3重量%以上の重クロム酸アンモニウム溶液とアンモニア水溶液の混合水溶液でpH10以上の溶液中に、溶出したZn酸化物をZn量として検出測定した値を酸化亜鉛中のZn量として規定する。上記混合溶液ではクロム酸イオンが亜鉛金属に対するインヒビターとして作用するのでZnは溶解しない。Fe、Co、Ni等の金属元素はアルカリ性溶液では溶解しないので、表面に存在する酸化亜鉛のみを選択的に溶解させることができる。

【0028】酸化亜鉛の形態はZnO、ZnO化合物、Zn(OH)<sub>2</sub>、Zn(OH)<sub>2</sub>化合物など表面には多種存在するが、重クロム酸アンモニウム溶液のアンモニア水溶液中にはすべて溶解する。これらの酸化物および水酸化物はいずれも保油性があるものと考えため、酸化物に含有されているZn量にて、酸化亜鉛量を規定するものである。

【0029】本発明の鋼板は以下に述べる方法で効率的に製造できる。母材鋼板をアルカリ脱脂した後、十分な還元雰囲気中で600℃以上に加熱する還元加熱を施す。母材が冷間圧延ままの未焼鈍材であるために焼鈍を必要とする場合には再結晶温度以上に加熱して還元焼鈍を施す。

【0030】還元加熱(または還元焼鈍)時の雰囲気露点は、-60~-20℃の範囲にするのがよい。さらには、水素濃度が6~12体積%、残部が窒素である雰囲気の場合には、露点を-40~-20℃の範囲に保持することが好ましい。還元加熱(または還元焼鈍)後にはめっき浴温度近傍の温度に冷却し、めっき浴に浸漬し、引き上げてガスワイピング等の方法で付着量を調整した後、合金化処理する。

【0031】溶融めっき浴に含有されるAlは、溶融めっき時の界面での合金化を抑制する作用がある。めっき浴のAl含有量は、有効Al(全Al重量%-全Fe重

量%)として、0.080重量%以上とするのが好ましい。

【0032】合金化反応の初期に生成する合金相であるα相(FeZn<sub>13</sub>)が安定であるため、有効Alが0.080重量%に満たない場合には、初期に形成されたα相が粗大に成長し、その形態が表面に残存するので、表層のFe-Zn合金の平均結晶粒径を小さくすることが困難である。めっき浴の有効Al濃度は0.20重量%を上限とするのがよい。0.20重量%を超えてAl濃度を高めると、合金化が遅延し、生産性が低下するおそれがある。

【0033】合金化処理する条件を制御することにより、表面のFe-Zn合金の平均結晶粒径を5μm以下とする。これは、めっき付着量を調整した後、めっき浴温度よりもやや低温になった鋼板を、490℃~550℃、より好ましくは500℃~530℃の合金化処理温度領域に急速加熱し、保持時間を調整して皮膜のFe含有量を7~15重量%にする。合金化処理温度への加熱速度は20℃/秒以上、より好ましくは30℃/秒以上で、70℃/秒以下の範囲で行うのが良い。

【0034】しかしながら、めっき層表面のFe-Zn合金の平均結晶粒径を小さくする方法は上述の方法に限定される必要はない。合金化時のFe-Zn合金の核発生頻度を高めることに関しては、めっき前の母材表面を酸化させたり(還元焼鈍時に還元鉄が生成され、反応性が高くなる)、Fe系めっきやNi系めっきなどの前処理を母材に施し、Fe-Zn合金化反応の初期から表面を活性化させておくことにより、合金化のヒートパターンを変化させることなく、表層Fe-Zn合金を細粒化させることが可能である。

【0035】めっき層表面に酸化亜鉛とFe、Co、Niの内の1種以上の金属とを共存させる方法は、合金化処理後のめっき層表面に酸化処理を施して所定量の酸化亜鉛を付着させた後に上記金属を付着させる方法と、合金化処理後のめっき層に所定量の上記金属を付着させた後、表面に存在する亜鉛または酸化亜鉛をさらに酸化させて酸化亜鉛量を所定の範囲にする方法があるがいずれの方法でも構わない。

【0036】合金化が終了しためっき層の表面には酸化亜鉛皮膜が自然発生的に生じている。酸化亜鉛量を更に増して所定の範囲にするための酸化亜鉛処理方法としては、鋼板をpH4~10の溶液中で陽極酸化する方法が容易であり好適である。鋼板を、水蒸気を飽和量含む窒素ガス、酸素ガスなどの混合ガスからなる100~350℃の酸化性ガス中で保持する処理などでも良い。

【0037】合金化処理後または酸化亜鉛処理後の鋼板に、Fe、Co、Niの内の1種または2種以上を合計で10~1000mg/m<sup>2</sup>付着させる。これらの金属の付着方法としては、pH2~4程度の酸性溶液中にFeイオン、Niイオン、Coイオンなどを溶解した液中

に2～30秒程度浸漬し、置換めっきする方法が、コスト的には有利である。

【0038】しかしながら金属元素の付着方法は置換めっき法に限定される必要はなく、 $\text{pH}2 \sim \text{pH}4$ 程度の、上記金属イオンを含有する酸性溶液等の処理液中で電解処理して上記金属元素を酸化亜鉛が付着していない部分や付着量が少ない部分などに電析させる電気めっき方法など、任意の方法を用いることができる。付着量を制御するには所定量の電気量を通電する電気めっき方法が好ましい。

【0039】本発明では、酸化亜鉛皮膜内に生じているピンホールや、酸化亜鉛皮膜が薄い部分に金属元素が析出するので、金属皮膜と酸化亜鉛皮膜が混在して共存する表面皮膜が得られる。共存状態は皮膜発生条件を調整することで可能である。

【0040】本発明の方法では、上述したように、合金化処理しためっき層表面に所定量の金属を付着させ、その後にあらためて酸化亜鉛被覆処理してもよい。この場合の酸化皮膜処理方法は前述のと同様の方法で良い。これにより、Fe、Ni、Co等の金属は酸化されずに亜鉛が選択的に酸化されて酸化亜鉛量を所定の範囲にすることができる。

【0041】本発明の鋼板の母材となる合金化熔融亜鉛めっき鋼板は、公知の一般的な、合金化熔融亜鉛めっき鋼板製造設備を使用することにより容易に製造できる。誘導加熱方式の合金化炉を備えた設備を用いればさらに容易である。

【0042】

【実施例】厚さが0.75mmの極低炭素鋼を素材とする冷間圧延鋼板に、熔融めっきシミュレータにより、付着量が $30 \sim 70 \text{ g/m}^2$ の熔融亜鉛めっきを施した。めっき浴の有効A濃度は0.12重量%であった。この亜鉛めっき鋼板を誘導加熱方式により、加熱速度を $10 \sim 100^\circ\text{C}/\text{秒}$ まで変化させて $480^\circ\text{C} \sim 550^\circ\text{C}$ に加熱し、保持時間を5～40秒間とし、めっき層のFe含有量が7～15重量%、表面のFe-Zn合金の平均結晶粒径が $1 \sim 10 \mu\text{m}$ の合金化熔融亜鉛めっき鋼板を得た。合金化処理後の冷却過程の鋼板温度が $100 \sim 350^\circ\text{C}$ の間に、水蒸気を飽和させた大気中で酸化処理を施して酸化亜鉛の付着量を種々の値に調整した。得られた鋼板の平均結晶粒径は、測定箇所20以上のめっき層表面を観察し、倍率2000倍で写真を撮影し、画像処理してそれぞれの結晶粒径を面積が等価な円として換算した直径の平均値として求めた。

【0043】これらの鋼板表面に、めっき浴組成がFeイオン、NiイオンおよびCoイオンの内の1種以上を $10 \sim 100 \text{ g/L}$ 含有し、 $\text{pH}2 \sim \text{pH}4$ 、温度が $50^\circ\text{C}$ である硫酸浴中で、電流密度 $1 \sim 10 \text{ A/dm}^2$ の条件で電気めっきし、付着量が片面あたり $100 \sim 2000 \text{ mg/m}^2$ のFe、Ni、Coの1種以上の金属

を付着させた。

【0044】上記と同一の化学組成およびめっき層を有する合金化熔融亜鉛めっき鋼板試料を、硫酸溶液中にNi、Fe、Coの硫酸塩を溶解した置換めっき浴中に1～30秒間浸漬させる置換めっきを行い、金属元素を $1000 \text{ mg/m}^2$ 以下の範囲で付着させた。

【0045】これらの金属の付着量は以下の方法で測定した。NiおよびCoは塩酸酸性溶液中でめっき層と共に溶解して溶液分析によって測定し、Feは付着処理をおこなう前後での鋼板の重量変化を測定する重量法によって測定した。

【0046】金属に被覆されずに鋼板表面に露出している酸化亜鉛のZn量は、重クロム酸アンモニウム含有アンモニア水溶液中に、酸化亜鉛を溶解し、Znとして検出した。

【0047】得られた鋼板の摺動性を以下の方法で評価した。図1は溝型に鋼板を曲げ成形する際の成形力から鋼板の摩擦係数を評価する摺動性評価装置の概念を示す斜視図である。この装置により測定した摩擦係数により鋼板の摺動性を評価した。試験片1はしわ押さえビード4からの力を受けてダイス面2に押し付けられている。押し金具5の形状は直方体状である。押し金具5の下降に伴って試験片1はダイス面2としわ押さえビード4との間で摺動しつつ平行な溝状の開口部であるダイス溝3に引き込まれる。試験片の摺動性に依じて押し金具5の圧入力が増えるので、圧入力としわ押さえ荷重との関係から試験片の摩擦係数を測定することができる。

【0048】試験片1の寸法は幅30mm、長さ270mmとし、ビードの断面寸法は半径5mmの半円形とした。ダイス面2、しわ押さえビード4および押し金具5の表面は、600#の研磨紙で研磨したものを用い、試験片1の両面には潤滑剤として防錆油を片面あたり、 $2.5 \text{ g/m}^2$ 塗布し、押し金具3の圧入速度は $60 \text{ mm/分}$ とした。しわ押さえ荷重は、750、1000、1250、1500kgfの4条件とし、それぞれの場合の押し金具5の圧入力の最大値を求め、しわ押さえ荷重の増分(dP)と押し金具圧入力の最大荷重の増分(dF)とから、摩擦係数( $\mu$ )を $\mu = dF / 2 dP$ なる式により計算して求め、 $\mu$ の値にしたがって摺動性を下記の基準で評価した。

【0049】◎： $\mu$ が0.24以下(極めて良好)、  
○：0.24超0.28以下○(良好)、  
△：0.28超0.32以下△(不良)、  
×：0.32超(極めて不良)。

得られた鋼板の成形性は以下の方法で評価した。厚さ0.75mm、直径60mmφの試験片を外径34mmのポンチ、孔径35.5mmダイスを用いて円筒に成形するカップ絞り試験を行い、しわ押さえ力(BHF)を変化させ、フレ発生境界を調査した。工具研磨：研磨紙#600で研磨、成形速度60mm/分、市販の防錆油

を0.5g/m<sup>2</sup>塗布した状態で、亀裂が発生する直前のBHFの値にて評価した。

【0050】上記合金化溶融亜鉛めっき鋼板と同一の化学組成を有する焼鈍済みの冷間圧延鋼板では、上記と同様のカップ絞り試験をおこなった際のしわ押さえ力は3500Kg fであり、酸化亜鉛や金属付着処理をおこなわない合金化溶融亜鉛めっきそのまの鋼板では、2000Kg fが境界であった。このため得られためっき鋼

板の成形性は以下の基準で評価した。

【0051】3000Kg fでワレ発生の生じないもの・・・極めて良好(◎)、2500以上3000Kg f未満・・・良好(○)、2000以上3000Kg f未満・・・やや不良(△)、2000Kg f未満・・・不良(×)。各種の試験結果を表1に示した。

【0052】

【表1】

試験番号	めっき層表面の平均結晶粒径(μm)	めっき層付着量(g/m <sup>2</sup> )	めっき層中の鉄含有量(重量%)	金属付着量(mg/m <sup>2</sup> )			酸化亜鉛中のZn量mg/m <sup>2</sup>	摺動性	プレス成形性	備考
				Fe	Ni	Co				
1	5	60	7	20	0	0	800	○	○	本発明例
2	3	45	9	350	0	0	450	◎	◎	
3	2	60	10	700	0	0	250	◎	◎	
4	1	45	11	0	10	0	1000	○	○	
5	2	55	9	0	450	0	300	◎	◎	
6	2	45	12	0	950	0	150	○	○	
7	3	55	9	0	0	30	850	○	○	
8	1	40	13	0	0	100	900	○	○	
9	2	35	15	0	0	350	450	◎	◎	
10	2	55	11	30	30	0	750	○	○	
11	2	50	9	100	100	0	250	◎	◎	
12	2	55	11	100	0	180	500	◎	◎	
13	2	70	9	0	250	150	350	◎	◎	
14	5	40	10	100	450	200	120	○	○	
15	1	55	8	100	600	300	100	○	○	
21	* 6	40	10	0	100	0	400	△	△	比較例
22	* 10	40	9	0	200	0	500	△	△	
23	4	45	12	0	0	* < 10	* 60	×	×	
24	3	50	10	0	* < 10	0	120	△	×	
25	2	45	11	500	0	0	* 60	△	△	
26	2	55	10	0	800	0	* 80	△	△	
27	1	40	10	1000	0	0	* 50	○	△	
28	2	60	11	0	* < 10	0	200	△	×	
29	2	50	10	0	* < 10	0	850	△	△	
30	2	45	9	0	* < 10	0	1000	△	△	
31	2	40	8	100	600	0	* 80	○	△	
32	2	50	11	300	600	0	* 50	△	△	
33	2	55	13	100	700	0	* 80	△	△	
34	3	30	10	60	20	0	* 80	×	×	

注. \*印は本発明が規定する範囲外であることを表す。

【0053】表1からわかるように、本発明の規定する条件を満たしている試験番号1～15は、いずれも良好な摺動性と成形性を示した。中でも好ましい範囲である酸化亜鉛付着量が200～1000mg/m<sup>2</sup>、金属付着量が200～700mg/m<sup>2</sup>であった試験番号2、3、5、9および11～13は極めて良好であった。

【0054】これに対し、めっき層表面の平均結晶粒径が本発明の規定する範囲外であった試験番号21および

22、金属付着量が10mg/m<sup>2</sup>に満たなかった試験番号24および28～30などはいずれの特性とも好ましくなかった。酸化亜鉛中の亜鉛量が本発明の規定する範囲に満たなかった試験番号25～27および31～34は成形性がよくなかった。なかでも、金属付着量とZn量が共に本発明の規定する下限よりも少なかった試験番号23は、特に良くなかった。

【0055】

【発明の効果】本発明の合金化溶融亜鉛めっき鋼板は、滑らかなめっき層表面に金型との摺動抵抗が少なく潤滑油の保持性に優れた表面皮膜を有するので、優れた摺動性と成形性を兼ね備えている。また本発明の鋼板は、低コストで効率的に製造できる。従って本発明の鋼板は自動車車体用鋼板などの用途に極めて好適である

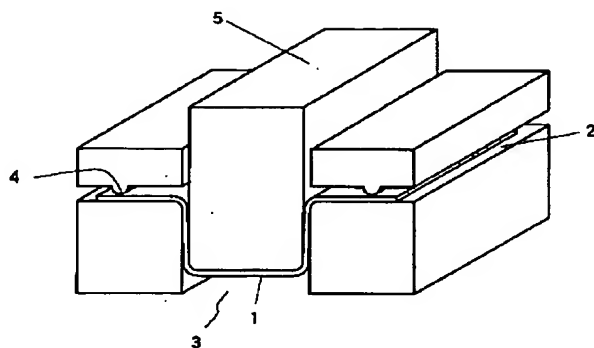
【図面の簡単な説明】

【図1】摺動性評価装置の概念を示す斜視図である。

【符号の説明】

1・・・試験片、2・・・ダイス面、3・・・ダイス溝、4・・・しわ押さえビード、5・・・押し金具。

【図1】



フロントページの続き

(72)発明者 竹林 浩史  
大阪府中央区北浜4丁目5番33号 住友金  
属工業株式会社内  
(72)発明者 広瀬 洋三  
大阪府中央区北浜4丁目5番33号 住友金  
属工業株式会社内

Fターム(参考) 4K027 AA02 AA22 AB02 AB07 AB26  
AB28 AB42 AC72 AC73 AC82  
AE03 AE12 AE18 AE21 AE27  
AE33  
4K044 AA02 AB02 BA06 BA10 BA12  
BB04 BC05 CA11 CA15 CA17  
CA53 CA62 CA64